



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3638682 A1

21 Aktenzeichen: P 36 38 682.0
22 Anmeldetag: 13. 11. 86
43 Offenlegungstag: 19. 5. 88

51 Int. Cl. 4:
H01J 37/244
H 01 J 37/256
// H01L 21/66,
H01J 37/141

Behördenigentum

DE 3638682 A1

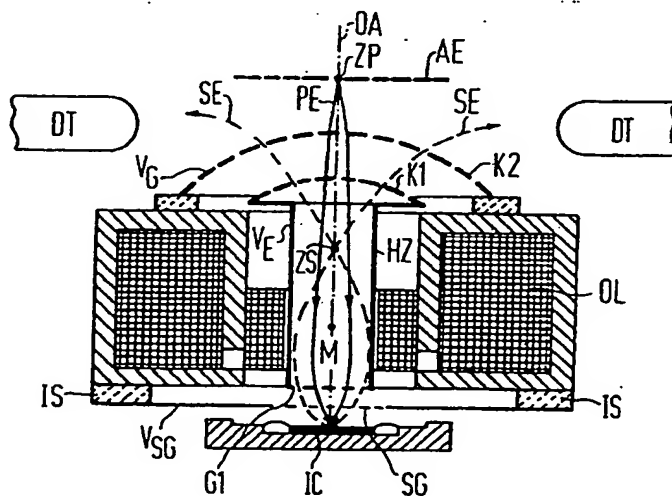
71 Anmelder:
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

72 Erfinder:
Feuerbaum, Hans-Peter, Dr.-Ing., 8000 München, DE;
Frosien, Jürgen, Dr.-Ing., 8012 Ottobrunn, DE

54 Spektrometerobjektiv für Korpusskularstrahlmeßtechnik

Das erfindungsgemäße Spektrometerobjektiv besteht im wesentlichen aus einer kurzbrennweitigen, weitgehend asymmetrischen Objektivlinse (OL), einem innerhalb der Objektivlinse (OL) symmetrisch zur optischen Achse (OA) angeordneten Ablenssystem (DS) und einem elektrostatischen Gegenfeldspektrometer, das eine Elektrodenanordnung (SG, G1) zur Beschleunigung der auf einer Probe (IC) ausgelösten Sekundärkorpusskeln (SE) und ein ein kugelsymmetrisches Gegenfeld aufbauendes Elektrodenpaar (K1, K2) aufweist. Die Elektrodenanordnung (SG, G1) zum Absaugen und Beschleunigen der Sekundärkorpusskeln (SE) besteht aus einer im Bereich des unteren Polschuhes der Objektivlinse (OL) angeordneten Gitterelektrode (G1) und einer im Korpusskularstrahlengang unmittelbar oberhalb der Probe (IC) angeordneten ebenen Elektrode (SG), die mit einem zwischen dem Probenpotential und dem Potential (V_E) der Elektrode (G1) liegenden Potential (V_{SG}) beaufschlagt ist.

FIG 2



DE 3638682 A1

1. Spektrometerobjektiv für Korpuskularstrahlmeßgeräte mit einer Objektivlinse (*OL*) und einem Gegenfeldspektrometer die eine korpuskularoptische Einheit zur Fokussierung eines primären Korpuskularstrahls (*PE*) bilden, wobei das Gegenfeldspektrometer eine auf einem ersten Potential (*V_E*) liegende Elektrodenanordnung (*G 1*) zur Beschleunigung der auf einer Probe (*IC*) ausgelösten Sekundärkorpuskeln (*SE*) in Richtung der Objektivlinse (*OL*) und eine zweite Elektrodenanordnung (*K 1, K 2*) zum Aufbau einer die Sekundärkorpuskeln (*SE*) abbremsenden Potentialbarriere (*V_G*) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der ersten Elektrodenanordnung (*G 1*) eine im Korpuskularstrahlengang unmittelbar oberhalb der Probe (*IC*) angeordnete, auf einem zweiten Potential (*V_{SC}*) liegende Elektrode (*SG*) vorgelagert ist.
2. Spektrometerobjektiv nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (*SG*) und die Probe (*IC*) auf dem gleichen Potential liegen.
3. Spektrometerobjektiv nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (*SG*) mit einem Potential (*V_{SC}*) zwischen 0 und 100 Volt beaufschlagt ist.
4. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (*SG*) am unteren Polschuh der Objektivlinse (*OL*) gehalten ist.
5. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (*SG*) im Polschuhspalt gehalten ist.
6. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode (*SG*) einen ringförmigen Halterungsteil aufweist.
7. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch ein Gitter als Elektrode (*SG*).
8. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine Blende als Elektrode (*SG*).
9. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Elektrodenanordnung (*K 1, K 2*) oberhalb der Objektivlinse (*OL*) angeordnet ist.
10. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Elektrodenanordnung (*K 1, K 2*) innerhalb der Objektivlinse (*OL*) angeordnet ist.
11. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Elektrodenanordnung (*K 1, K 2*) eine erste (*K 1*) und eine zweite Elektrode (*K 2*) aufweist, daß die erste Elektrode (*K 1*) Teil der Oberfläche einer ersten Kugel mit einem ersten Radius (*R₁*) ist, daß die zweite Elektrode (*K 2*) Teil der Oberfläche einer zweiten Kugel mit einem zweiten Radius (*R₂*) ist, wobei die Mittelpunkte der ersten und der zweiten Kugel in einem auf der optischen Achse (*OA*) der Objektivlinse (*OL*) liegenden Punkt (*ZS*) zusammenfallen und daß die erste und die zweite Elektrode (*K 1, K 2*) derart mit Potentialen (*V_E, V_G*) beaufschlagt sind, daß sich im Raumbereich zwischen diesen Elektroden ein kugelsymmetrisches Gegenfeld aufbaut.
12. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprü-

che 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentrum (*ZS*) des kugelsymmetrischen Gegenfeldes in einem von elektrischen Feldern freien Raum liegt.

13. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch ein in die Objektivlinse (*OL*) integriertes und oberhalb des ersten Elektrodenanordnung (*G 1*) angeordnetes Ablenkensystem (*DS*).

14. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentrum (*ZS*) des kugelsymmetrischen Gegenfeldes im Mittelpunkt (*M*) des Ablenkensystems (*DS*) liegt.

15. Spektrometerobjektiv nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Ablenkensystem (*DS, MD, ED*) nach Art eines Wien'schen Filters ausgebildet ist.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Spektrometerobjektiv für Korpuskularstrahlmeßgeräte nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein solches Spektrometerobjektiv ist aus der Veröffentlichung von E. Plies "A new objective lens with in-lens spectrometer for electron beam testing", Proc. XIth Int. Cong. on Electron Microscopy, Kyoto, 31.08.—07.09.86, Seiten 625—626 bekannt. Dieses Spektrometerobjektiv, das im wesentlichen aus einer kurzbrennweitigen magnetischen Objektivlinse, einer innerhalb der Objektivlinse angeordneten Ablenkeinheit und einem elektrostatischen Gegenfeldspektrometer besteht, bildet die Komponente der elektronenoptischen Säule eines Elektronenstrahlmeßgerätes, mit der sowohl die von einer Hochstromelektronenquelle emittierten Primärelektronen als auch die auf einer Probe ausgelösten Sekundärelektronen in einen auf der optischen Achse des Systems liegenden Punkt fokussiert werden. Der Fokus der auf hohe kinetische Energien beschleunigten Sekundärelektronen liegt hierbei im Zentrum eines kugelsymmetrischen Gegenfeldes, das man in einem oberhalb der Objektivlinse angeordneten Spektrometerteil mit Hilfe eines entsprechend ausgebildeten Elektrodenpaares erzeugt. Um eine gute Fokussierung der Sekundärelektronen zu gewährleisten ist man gezwungen, die unmittelbar oberhalb der Probe angeordnete Absaugelektrode auf ein hohes positives Potential zu legen. Hohe Absaugfelder ($E \approx 1$ bis 2 kV/mm) im Bereich der Probe sollten aber insbesondere bei der Überprüfung der Funktionsweise mikroelektronischer Bauelemente vermieden werden. Darüber hinaus wirken sich Störungen der Homogenität des Absaugfeldes, wie sie insbesondere bei stark strukturierten Proben auftreten, ungünstig auf die Ortsauflösung (\approx Durchmesser der Elektronensonde auf der Probe) des Elektronenstrahlmeßgerätes aus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Spektrometerobjektiv der eingangs genannten Art anzugeben, dessen Abbildungseigenschaften nicht von der Struktur der untersuchten Probe beeinflusst wird. Außerdem sollen Schädigungen der Probe durch hohe Absaugfelder vermieden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Spektrometerobjektiv der eingangs genannten Art gelöst, welches die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist.

Der mit der Erfindung erzielbare Vorteil besteht insbesondere darin, daß auch stark strukturierte Proben, insbesondere hochintegrierte Schaltungen auf Halbleit-

terwafern, in einem Korpuskularstrahlmeßgerät mit hoher Ortsauflösung untersucht werden können.

Die Ansprüche 2 bis 15 sind auf bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gerichtet.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen erläutert. Dabei zeigen die

Fig. 1 bis 3 erfindungsgemäße Spektrometerobjektive.

Das in den Fig. 1 und 2 schematisch dargestellte Spektrometerobjektiv besteht im wesentlichen aus einer kurzbrennweitigen, weitgehend asymmetrischen Objektivlinse *OL*, einem innerhalb der Magnetlinse *OL* symmetrisch zur optischen Achse *OA* angeordneten einstufigen Ablenksystem *DS* und einem elektrostatischen Gegenfeldspektrometer, das eine Elektrodenanordnung *SG*, *G 1* zur Beschleunigung der auf einer Probe *IC*, vorzugsweise in der integrierten Schaltung, ausgelösten Sekundärelektronen *SE* und ein ein kugelsymmetrisches Gegenfeld erzeugendes Elektrodenpaar *K 1/K 2* aufweist. Das aus Objektivlinse *OL*, Ablenkeinheit *DS* und Spektrometer bestehende System bildet die Komponente der elektronenoptischen Säule des in Fig. 1 schematisch dargestellten Elektronenstrahlmeßgerätes, mit der die von einem Strahlerzeuger *G* emittierten Primärelektronen *PE* fokussiert und abgelenkt und die auf der Probe *IC* ausgelösten Sekundärelektronen *SE* in einen auf der optischen Achse *OA* liegenden Punkt *ZS* abgebildet werden. Zur Erzeugung einer feinen Elektronensonde mit einem Strahlquerschnitt im Submikrometerbereich ($d_{PE} \approx 0,1 \mu\text{m}$) bildet man die Elektronenquelle *Q* oder deren durch Kondensorlinsen *KL* erzeugtes Zwischenbild *ZP* mit Hilfe des Spektrometerobjektivs verkleinert auf die in unmittelbarer Nähe der hinteren Brennebene der Magnetlinse *OL* angeordnete Probe *IC* ab. Die Positionierung des Primärelektronenstrahles *PE* auf einem nicht näher bezeichneten Punkt der Probe *IC*, bzw. dessen zeilenförmige Ablenkung erfolgt mit Hilfe der Ablenkeinheit *DS*.

Zum Nachweis der am Auftreffpunkt der Primärelektronen *PE* ausgelösten und in einem großen Raumwinkelbereich emittierten niederenergetischen Sekundärelektronen ($E_{SE} < 50 \text{ eV}$) werden diese von der Probe *IC* abgesaugt und in einen homogenen elektrischen Feld in Richtung der Objektivlinse *OL* auf kinetische Energien zwischen etwa 1 und 5 keV beschleunigt. Erfindungsgemäß besteht die Elektrodenanordnung zum Absaugen und Beschleunigen der Sekundärelektronen *SE* aus einer im Strahlengang unmittelbar oberhalb der Probe *IC* angeordneten ebenen Elektrode *SG* und einer im Bereich des unteren Polschuhs der Objektivlinse *OL* angeordneten Gitterelektrode *G 1*, die vorzugsweise auf hohem positiven Potential V_E von etwa 1 bis 5 kV liegt. Wird die isoliert am unteren Polschuh oder innerhalb des Polschuhspaltes gehaltene Elektrode *SG* mit einem zwischen dem Probenpotential (normalerweise Erdpotential) und dem Potential V_E der Elektrode *G 1* liegenden Potential V_{SG} , insbesondere mit einem Potential zwischen 0 und 100 Volt beaufschlagt, kann man erreichen, daß die Feldstärke im Bereich der Probe *IC* unterhalb eines kritischen Wertes bleibt. Außerdem ist sichergestellt, das Unebenheiten der Probenoberfläche keinen Einfluß auf die Homogenität des zwischen den Elektroden *SG* und *G 1* aufgebauten elektrischen Feldes haben. Die untere Elektrode *SG* ist hierbei vorzugsweise als Gitter ausgebildet und weist einen durch Isolatoren *IS* vom unteren Polschuh der Objektivlinse *OL* getrennten ringförmigen Halterungsteil auf, der mit ei-

ner variablen Spannungsquelle leitend verbunden ist. Anstelle der Gitterelektrode *G 1* kann selbstverständlich auch eine Lochblende verwendet werden. Die beschleunigten Sekundärelektronen *SE* durchlaufen die Gitterelektrode *G 1* und gelangen in das Magnetfeld der Objektivlinse *OL* zwischen den Polschuhen, in dem sie in einen auf der optischen Achse *OA* liegenden Punkt *ZS* fokussiert werden. Die Lage dieses Fokussierungspunktes *ZS*, der als reelles Zwischenbild der unterhalb der Probe *IC* liegenden virtuellen Quelle (kleinster Kaustikquerschnitt aller virtuellen Sekundärelektronenbahnen unterhalb der Probe *IC*) der Sekundärelektronen *SE* zu interpretieren ist, wird hierbei von der Höhe des an der Gitterelektrode *G 1* anliegenden Potentials V_E und der von der Primärelektronenenergie abhängigen Magnetfeldstärke im Polschuhspalt bestimmt. Eine gute Fokussierung der Sekundärelektronen *SE* im Feld der Objektivlinse *OL* ist erst durch deren Beschleunigung auf hohe kinetische Energien ($E_{SE} = 1 \text{ bis } 5 \text{ KeV}$) gewährleistet, da nur dann die Bildweiten der am Meßpunkt mit unterschiedlichen Energien ($0 < E_0 < 50 \text{ eV}$) emittierten Sekundärelektronen *SE* nahezu gleich sind. Da die Primärelektronen *PE* die Objektivlinse *OL* bei hohen Beschleunigungspotentialen V_E ebenfalls mit hoher Energie durchlaufen, wird auch der nachteilige Einfluß des Boersch-Effektes (Coulomb-Wechselwirkung der Elektronen im Primärstrahl) auf den Sondendurchmesser in diesem Teil des elektronenoptischen Strahlengangs reduziert.

Die Abbremsung und die Energieanalyse der Sekundärelektronen *SE* erfolgt innerhalb, oder wie in Fig. 1 und 2 dargestellt, oberhalb der Objektivlinse *OL* in einem kugelsymmetrischen elektrischen Gegenfeld, daß man im Raumbereich zwischen zwei nahezu halbkugelförmigen, auf unterschiedlichem Potential V_E bzw. V_G liegenden Gitterelektroden *K 1* und *K 2* aufbaut. Während die untere Gitterelektrode *K 1* auf dem Potential V_E der Elektrode *G 1* liegt, wird die obere Gitterelektrode *K 2* üblicherweise mit Potentialen zwischen etwa -15 Volt und $+15 \text{ Volt}$ beaufschlagt. Oberhalb der das Gegenfeld aufbauenden Elektrodenanordnung *K 1, K 2* kann noch eine in den Fig. 1 und 2 nicht dargestellte Abschirmelektrode vorgesehen sein, deren Potential vorzugsweise gleich dem Potential V_G der Elektrode *K 2* gewählt wird.

Um Lamordrehungen der Sekundärelektronen *SE* innerhalb der Objektivlinse *OL* zu vermeiden, sollte der Sekundärelektronenfokus *ZS* genügend weit oberhalb der Polschuhe und der Ablenkeinheit *DS* liegen. Die Fokussierung der Sekundärelektronen in einen oberhalb der Ablenkeinheit *DS* liegenden Punkt *ZS* der optischen Achse *OA* ist hierbei um so besser möglich, je kleiner die Energie der Primärelektronen *PE* und je höher das die Sekundärelektronen *SE* beschleunigende Potential V_E der Elektrode *G 1* gewählt wird. Um Störungen der Bahnbewegung der Sekundärelektronen *SE* durch elektrische Felder innerhalb der Objektivlinse *OL* zu vermeiden, ist die Gitterelektrode *K 1* über einen konzentrisch zur optischen Achse *OA* angeordneten Hohlzylinder *HZ* leitend mit der Elektrode *G 1* verbunden.

Ein vom Emissionswinkel unabhängiger Nachweis der Sekundärelektronen *SE* ist nur dann gewährleistet, wenn deren Bahnen parallel zu den Feldlinien des elektrischen Gegenfeldes und damit senkrecht zur Oberfläche der Elektroden *K 1* und *K 2* verlaufen. Diese Bedingung ist für den Zentralstrahl der Sekundärelektronenkeule immer dann erfüllt, wenn der gemeinsame Mittel-

punkt der Gitterelektroden $K 1$ und $K 2$ auf der optischen Achse OA in der Mitte M des Ablenkensystems DS liegt. Da die Sekundärelektronenkeule beim Rastern des Primärstrahls um diesen Punkt gekippt wird, ist ein orts- und winkelunabhängiger Nachweis der in Richtung der Symmetrieachse der Keule emittierten Sekundärelektronen SE in einem oder mehreren symmetrisch zur optischen Achse OA angeordneten Detektoren DT gewährleistet. Bei Verwendung einer symmetrischen Detektoranordnung kann oberhalb der Gitterelektroden $K 1$ und $K 2$ noch ein auf negativem Potential liegende Elektrode AE zum Ablenken der in Richtung der optischen Achse OA emittierten Sekundärelektronen SE vorgesehen sein.

Das in Fig. 3 dargestellte Spektrometerobjektiv besteht im wesentlichen aus einer kurzbrennweitigen Objektlinse OL , einer innerhalb der Objektlinse OL symmetrisch zur optischen Achse OA angeordneten Ablenkeinheit DS und einem elektrostatischen Gegenfeldspektrometer, das die aus Fig. 1 und 2 bekannte Elektrodenanordnung $SG/G 1$ zum Absaugen und Beschleunigen der Sekundärelektronen SE und eine ein kugelsymmetrisches Gegenfeld erzeugende Elektrodenanordnung $K 1/K 2$ aufweist. Das aus Objektlinse OL , Ablenkeinheit DS und Gegenfeldspektrometer bestehende System bildet die Komponente der elektronenoptischen Säule eines Elektronenstrahlmeßgerätes, mit der die von einer Hochstromelektronenquelle emittierten Primärelektronen PE fokussiert und abgelenkt und die auf der Probe IC ausgelösten Sekundärelektronen SE vorzugsweise in das auf der optischen Achse OA liegende Zentrum ZS des kugelsymmetrischen Gegenfeldes fokussiert werden. Dieses Gegenfeld wird mit Hilfe der in einem Gehäuse GH oberhalb der Objektlinse OL angeordneten Gitterelektroden $K 1$ und $K 2$ erzeugt, die jeweils Teile der Oberfläche konzentrischer Kugeln mit unterschiedlichen Radien R_1 bzw. R_2 ($R_1 \approx 30$ mm, $R_2 \approx 34$ mm) bilden. Da der das Zentrum des Gegenfeldes definierende Mittelpunkt ZS der den Gitterelektroden $K 1$ und $K 2$ zugeordneten Kugeln sehr weit oberhalb der vorzugsweise aus magnetischen und elektrischen Ablenkelementen MD bzw. ED bestehenden Ablenkeinheit DS und des Polschuhspaltes liegt, werden Lamordrehungen der Sekundärelektronen SE nach dem Durchlaufen des Zwischenbildes ZS vermieden. Zur Erzeugung eines von elektrischen Feldern freien Raumes im Bereich der Sekundärelektronenfokus ZS ist innerhalb des von einem ringförmigen Sekundärelektronendetektor DT abgeschlossenen Gehäuses GH , in dem sich außer den Elektroden $K 1$ und $K 2$ noch ein Abschirmgitter BG und eine Channelplate CP oder ein Halbleiterdetektor zum Nachweis der Sekundärelektronen SE befinden, ein aus drei Teilen bestehender, symmetrisch zur optischen Achse OA angeordneter Hohlzylinder HZ vorgesehen. Während der obere Teil dieses sich im Bereich der Objektlinse OL verjüngenden Hohlzylinders HZ leitend mit dem auf einem Potential V_E liegenden Elektrode $K 1$ verbunden ist, wird dessen unterer Teil probenseitig von der ebenfalls auf dem Potential V_E zwischen etwa 0,5 und 5 kV, insbesondere 2 kV liegenden Elektrode $G 1$ abgeschlossen. Der von dem magnetischen Ablenkelement MD umgebene mittlere Zylinderteil ist hierbei wie in dem bekannten Spektrometerobjektiv nach E. Plies als elektrostatischer Achtpolablenker ED ausgebildet, dessen Einzelelektroden zum Ablenken des Primärstrahles mit einem weiteren Potential V_X beaufschlagt werden. Auf den Stigmator ST zur Kompensation des axialen Astigmatismus

kann verzichtet werden, wenn man die Elektroden des Achtpolablenkers ED mit geeigneten Zusatzspannungen belegt.

Um Ablenkungen der Sekundärelektronen SE zu vermeiden, sind die mit Hilfe der Ablenkeinheit DS erzeugten homogenen elektrischen und magnetischen Feldern nach Art eines Wien'schen Filters räumlich so zueinander orientiert, daß deren Feldvektoren senkrecht aufeinander und jeweils senkrecht auf dem Geschwindigkeitsvektor der Sekundärelektronen SE stehen. Die Feldstärken E bzw. B sind hierbei so aufeinander abgestimmt, das die auf die Sekundärelektronen SE wirkende Lorentzkraft verschwindet (d.h. es muß gelten $E/B = v_{SE}$ wobei v_{SE} die mittlere Geschwindigkeit der Sekundärelektronen SE im Bereich der Ablenkeinheit DS bezeichnet).

Spektrometerobjektive besitzen aufgrund des dem fokussierenden Magnetfeld der Objektlinse überlagerten elektrischen Verzögerungsfeldes deutlich kleinere Farb- und Öffnungsfehlerkonstanten als magnetische Einzellinsen. Da die Abbildungseigenschaften solcher Systeme im wesentlichen von der Homogenität und der Stärke des Verzögerungsfeldes bestimmt wird, konnte die theoretisch mögliche Auflösungsgrenze (Strahldurchmesser auf der Probe) infolge der an der Probenoberfläche vorhandenen Feldverzerrung in konventionellen Spektrometerobjektiven nicht erreicht werden. Erst mit der erfindungsgemäßen Entkopplung des Verzögerungsfeldes von der jeweiligen Probe kommen die verbesserten Abbildungseigenschaften dieser elektrostatisch-magnetischen Linse uneingeschränkt zur Geltung.

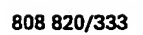
Die Erfindung ist selbstverständlich nicht auf die in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. So ist es beispielsweise möglich, die das kugelsymmetrische Gegenfeld erzeugende Elektrodenanordnung $K 1$, $K 2$ und ggf. auch das Detektorsystem vollständig innerhalb der Objektlinse OL anzuordnen.

Die Fig. 2 und 3 betreffen Spektrometerobjektive mit integriertem Ablenkensystem DS . Dieses Ablenkensystem DS kann selbstverständlich auch in konventioneller Weise im Korpuskularstrahlengang oberhalb der Objektlinse OL angeordnet werden. Hierbei muß man allerdings in Kauf nehmen, daß sich mit der Verlängerung des Strahlenganges auch der nachteilige Einfluß des Boersch-Effektes auf den Sondendurchmesser vergrößert.

Anstelle der kugelsymmetrischen Elektroden $K 1$, $K 2$ kann auch ein ebenes Elektrodenpaar zur Erzeugung des Gegenfeldes verwendet werden. Ein vom Emissionswinkel unabhängiger Nachweis der Sekundärelektronen SE ist mit einer solchen Anordnung allerdings nicht mehr möglich.

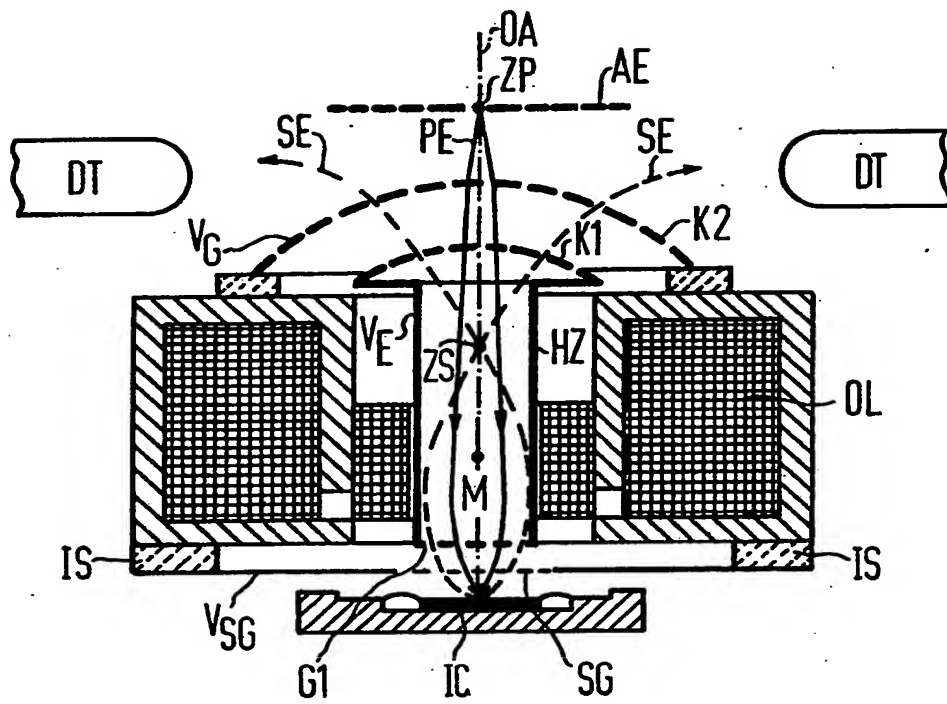
- Leerseite -

•



2/3

FIG 2



3/3

INVENTOR

3638682

FIG 3

